

Экспериментальное задание: определите высоту дерева, не влезая на него

Данное задание можно выполнить разными способами:

1. Определение высоты предмета по его тени
2. При помощи равнобедренного треугольника
3. С помощью шеста и собственного тела
4. При помощи высотомеров
5. При помощи большого зеркала или лужи
6. При помощи карандаша
7. Воздушный шарик
8. Статистическая оценка
9. С помощью изготовленного прибора «Тавр» (придуман и сконструирован командой)

Источниками наших методов явились литература и сайты Интернет научно-популярного характера [1 – 4], один способ измерения мы придумали сами. Самостоятельным вкладом в работу мы считаем создание собственного прибора.

Мы изучили все эти способы и пришли к выводу, что технически можем провести все эксперименты, кроме №3 (не позволяют погодные условия) и №4 (нет высотомера).

1 эксперимент: определение высоты предмета по его тени.

Цель: определить высоту дерева, не влезая на него.

Приборы и материалы: шест, рулетка, карандаш, линейка.

План эксперимента:

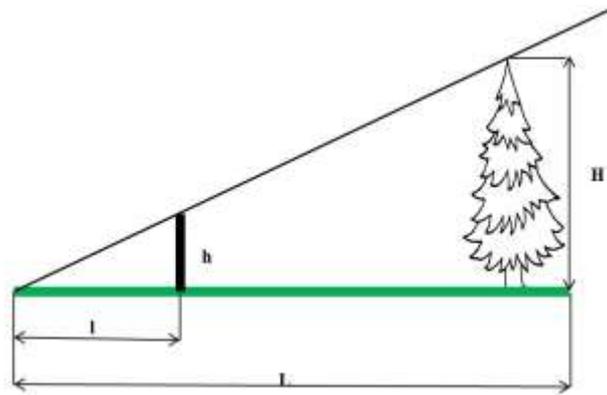
1. Изучить теоретические аспекты определения высоты дерева с точки зрения физики
2. Определить длину тени шеста
3. Определить длину тени дерева
4. Сделать расчеты
5. Сделать выводы

Ход эксперимента:

1. Изучили теоретические аспекты определения высоты дерева **«по тени»:** это самый легкий и самый древний способ, с помощью которого греческий мудрец Фалес за шесть веков до нашей эры определил в Египте высоту пирамиды. Он воспользовался ее тенью.

Высота дерева во столько же раз больше высоты шеста, во сколько раз тень дерева больше тени шеста. Т.к. дерево и шест расположены перпендикулярно Земле, т.е. под углом 90 градусов, а лучи солнца падают на землю под одинаковыми углами, то образуются подобные треугольники стороны которых пропорциональны. Рабочая формула: $H = h \cdot L / l$, здесь L – длина тени дерева, l – длина тени шеста, h – высота шеста

2. Взяли шест, разместили его так, чтобы край его тени совпадал с краем тени дерева.



3. Длина шеста $h = 1,19\text{м}$
Длина тени шеста $l = 4,5\text{м}$
Длина тени дерева $L = 20,8\text{м}$

Дано:
 $h = 1,9\text{м}$
 $L = 13\text{м}$
 $l = 4,5\text{м}$

 $H = ?$

Решение:
 $H = h * L / l$

Вычисления:
 $H = 1,19\text{м} * 20,8\text{м} / 4,5\text{м} = 5,5\text{м}$

Ответ: высота дерева 5,5 метра.

2 эксперимент: определение высоты предмета с помощью равнобедренного треугольника.

Цель: определить высоту дерева, не влезая на него.

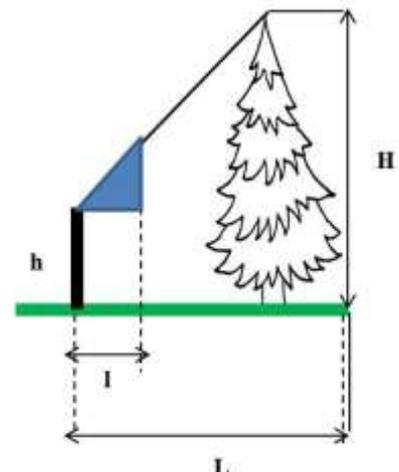
Приборы и материалы: равнобедренный треугольник, рулетка, карандаш, линейка.

План эксперимента:

1. Изучить теоретические аспекты определения высоты дерева с точки зрения физики
2. Построить равнобедренный прямоугольный треугольник, одним из катетов которого является дерево.
3. Сделать расчеты
4. Сделать выводы

Ход эксперимента:

1. Изучили теоретические аспекты определения высоты дерева с помощью равнобедренного треугольника: для определения высоты дерева данным способом необходимо построить равнобедренный прямоугольный треугольник, одним из катетов которого является дерево. Рабочая формула: $H = h * L / l$, где h и l стороны прямоугольного треугольника с углом 45 градусов. Т.к. они равны, то $H = L$.
2. Взяли равнобедренный прямоугольный треугольник и разместили его так, чтобы глядя вдоль гипотенузы, увидеть верхушку дерева. Измерили расстояние от человека до дерева и прибавили рост экспериментатора.



3. Расстояние от дерева до человека $L = 3,9\text{м}$
Рост человека $a = 1,55\text{м}$

Дано: $L = 3,9\text{м}$ $a = 1,55\text{м}$	Решение: $H_1 = h * L / l$ $h = l$ $H_1 = L$ $H = H_1 + a$	Вычисления: $H = 3,9\text{м} + 1,55\text{м} = 5,45\text{м}$ Ответ: высота дерева 5,45метра.
--	--	---

Результат отличается не значительно от результатов предыдущих экспериментов.

3 эксперимент: определение высоты предмета с помощью зеркала.

Цель: определить высоту дерева, не влезая на него.

Приборы и материалы: большое зеркало, рулетка, карандаш, линейка

План эксперимента:

1. Изучить теоретические аспекты определения высоты дерева с точки зрения физики (законы отражения света)
2. Измерить расстояние от зеркала до человека, от зеркала до дерева.
3. Сделать расчеты
4. Сделать выводы

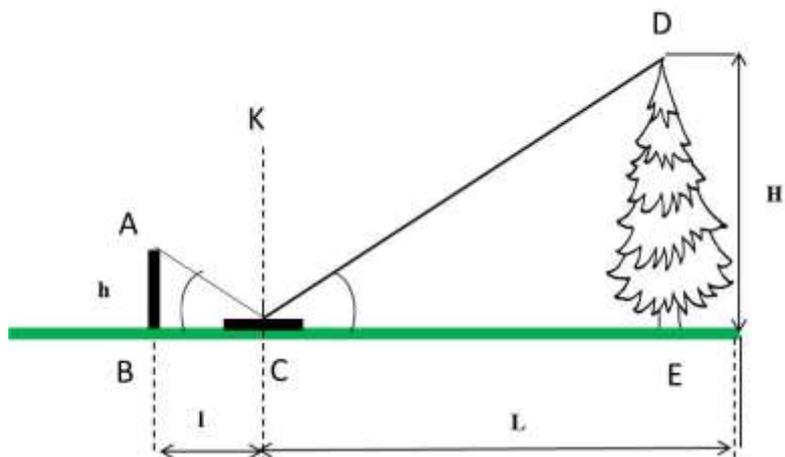
Ход эксперимента:

1. Изучили теоретические аспекты определения высоты дерева с помощью зеркала:

Луч падающий, луч отражённый и перпендикуляр, восстановленный в точке падения луча лежат в одной плоскости. Угол падения равен углу отражения. Угол ACB равен углу ECD .

Следовательно, треугольник ACB подобен треугольнику ECD , и их стороны пропорциональны. Следовательно, верна основная формула. Рабочая формула: $H = h * L / l$.

Согласно законам отражения угол ACK равен углу KCD , а так как угол BCK равен углу KCE и равны 90° (по построению, KC – перпендикуляр к BE) и их можно представить как суммы углов BCA и ACK и KCD и DCE соответственно, то можно сделать вывод, что угол BCA равен углу DCE , а треугольники ABC и DCE подобны, значит их стороны пропорциональны, т.е. $AB/DE = BC/CE$, т.е. $h/H = l/L$, отсюда следует, что $H = h * L / l$



2. Взяли зеркало, разместили его на земле так, чтобы в нем было видно отражение верхушки дерева, и измерили расстояния: от зеркала до человека, от зеркала до дерева, рост человека.

3. Расстояние от зеркала до дерева 19,2м, расстояние от зеркала до человека 5,3м, рост человека 1,55м.

Дано:	Решение:	Вычисления
$L=19,2\text{м}$	$H = h * L/l$	$H = 1,55\text{м} * 19,2 / 5,3\text{м} = 5,6\text{м}$
$l=5,3\text{м}$		
$h=1,55\text{м}$		Ответ: высота дерева 5,6 метра.

H-?

Результат отличается не значительно от результатов предыдущих экспериментов.

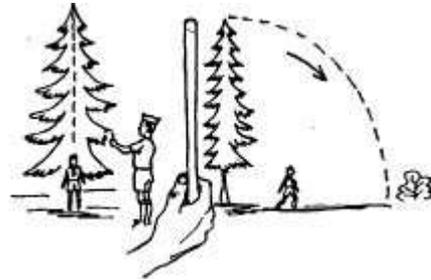
4 эксперимент: определение высоты предмета с помощью карандаша.

Цель: определить высоту дерева, не влезая на него.

Приборы и материалы: рулетка, карандаш, линейка, помощник

План эксперимента:

1. Изучить теоретические аспекты определения высоты дерева с точки зрения физики
2. Измерить расстояние от края грифеля до ногтя (совместив карандаш и дерево), отмерить с помощью помощника такое же расстояние от дерева.
3. Сделать расчеты
4. Сделать выводы



Ход эксперимента:

1. Изучили теоретические аспекты определения высоты дерева с помощью зеркала: формула и объяснения такие же как и в предыдущем эксперименте.
2. Встали от дерева на такое расстояние, чтобы видеть его целиком – от основания до верхушки. Рядом со стволом встал второй член команды. Экспериментатор вытянул перед собой руку с карандашом, зажатым в кулаке. Прищурил один глаз и подвел кончик грифеля к вершине дерева, переместил ноготь большого пальца так, чтобы он оказался под основанием ствола. Затем повернул кулак на 90 градусов, чтобы карандаш оказался расположен параллельно земле. При этом ноготь остался в точке основания ствола. По сигналу помощник начинает отходить от дерева «вдоль» карандаша. Остановили помощника когда он достиг точки, на которую указывает острие карандаша. Измерили расстояние от ствола до места, где остановился помощник. Оно будет равняться высоте дерева.
3. Расстояние от дерева до помощника 5,35м, значит высота дерева равна 5,35м. Результат отличается не значительно от результатов предыдущих экспериментов.

5 эксперимент: определение высоты предмета с помощью воздушного шарика.

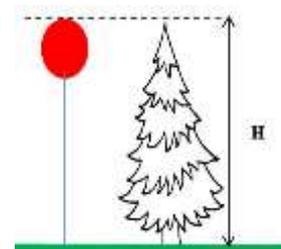
Цель: определить высоту дерева, не влезая на него.

Приборы и материалы: воздушный шарик, рулетка

План эксперимента:

1. Изучить теоретические аспекты определения высоты дерева с точки зрения физики
2. Поднять шарик на высоту дерева и измерить длину нити.
3. Сделать выводы

Ход эксперимента:



1. Изучили теоретические аспекты определения высоты дерева с помощью воздушного шарика: длина, выпущенной нити равна высоте дерева.

2. Один человек встал рядом с деревом, другой на каком-то расстоянии от него. Привязали к шарiku длинную нитку и начали выпускать ее постепенно до тех пор, пока второй участник не даст сигнал, что шарик достиг верхушки дерева. Сделали на нитке отметку, вернули шарик, измерили длину выпущенной части нитки. Длина нити 5,45м

3. Результат отличается не значительно от результатов предыдущих экспериментов.

6 эксперимент: определение высоты предмета с помощью статистических данных.

Цель: определить высоту дерева, не влезая на него.

Приборы и материалы: ручка, лист бумаги

План эксперимента:

1. Изучить теоретические аспекты определения высоты дерева с точки зрения физики
2. Опросить большое количество людей, рассчитать среднее арифметическое.
3. Сделать выводы

Ход эксперимента:

1. Изучили теоретические аспекты определения высоты дерева с помощью воздушного шарика: высота дерева может быть приблизительно равна среднему арифметическому имеющихся данных..

2. В ходе эксперимента опросили 50 человек. В результате произведенных расчетов получили высоту дерева равную 4,9м.

3. Результат отличается от остальных, т.к. не все опрошенные люди имеют достаточно хороший глазомер.

7 эксперимент: определение высоты дерева с помощью прибора «Тавр»

Цель: определить высоту дерева, не влезая на него.

Приборы и материалы: «Тавр», транспортир, карандаш, линейка, рулетка, фотоаппарат, уровень строительный

План эксперимента:

1. Изучить теоретические аспекты определения высоты дерева с точки зрения физики
2. Сконструировать прибор «Тавр»
3. С помощью прибора определить угол наклона линейки над горизонтальной рейкой прибора
4. Измерить расстояние от прибора до дерева
5. Сделать выводы

Ход эксперимента:

1 Изучить теоретические аспекты определения высоты дерева с точки зрения физики: для выполнения расчетов по данному эксперименту изучили свойства функций синуса и косинуса (синус угла равен отношению противолежащего катета к гипотенузе в прямоугольном треугольнике, а косинус – отношение прилежащего катета к гипотенузе. Остальные аспекты рассмотрены в эксперименте 2.

2. Конструирование прибора «Тавр»: Взять рейку длиной 1,19м, перпендикулярно к ней

прибить другую рейку, чтобы получилась буква «Т». На краю горизонтальной рейки закрепить транспортир.

3. Поставить «Тавр» на землю (с помощью уровня добиться того, чтобы горизонтальная рейка была параллельна земле). К центру транспортира (точке отсчета) поставить линейку и направить по ней взгляд на верхушку дерева. Измерить угол между линейкой и горизонтальной рейкой «Тавра» (погрешность транспортира $0,5^\circ$). Угол равен 57° .

4. Измерить с помощью рулетки расстояние от прибора «Тавр» до дерева. Расстояние равно 8,9м.

5. Произвели расчеты: используя функции синуса и косинуса получили:

$$\sin(57) = H/C$$

$$\cos(57) = L/C$$

Разделим одну формулу на другую

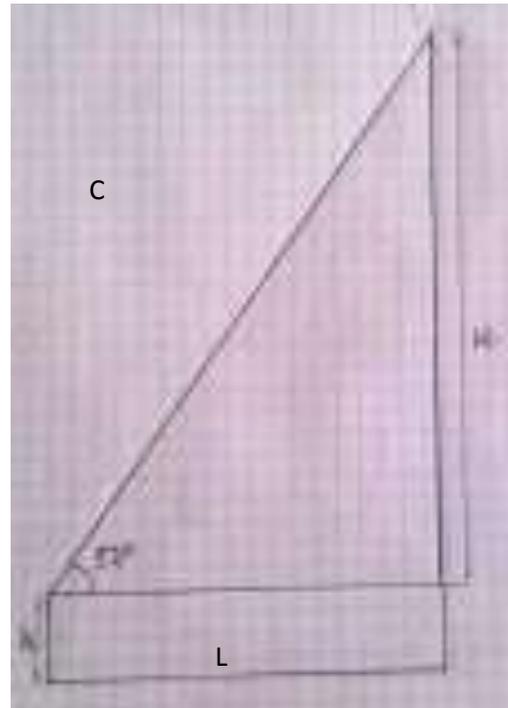
$$\sin(57)/\cos(57) = H/L$$

$$H = (\sin(57)/\cos(57)) * L$$

$$\sin(57)/\cos(57) = 0,436/0,9 = 0,48$$

$$H = 0,48 * 8,9\text{м} = 4,31\text{м}$$

Чтобы найти высоту всего дерева, к полученной величине необходимо прибавить высоту прибора $4,31\text{м} + 1,19\text{м} = 5,5\text{м}$ – высота дерева



На сколько точны наши измерения?

Абсолютная погрешность измерения - Δ является оценкой абсолютной ошибки измерения

Относительная погрешность, являющаяся безмерной величиной или измеряемая в

процентах, - отношение абсолютной погрешности к тому значению, которое принимается за истинное

$$\delta_x = \frac{\Delta x}{X}$$

$\Delta = 0,05\%$ для первого эксперимента

$\Delta = 0,05\%$ для второго эксперимента

$\Delta = 0,04\%$ для третьего эксперимента

$\Delta = 0,009\%$ для четвертого эксперимента

$\Delta = 0,009\%$ для пятого эксперимента

$\Delta = 0,009\%$ для седьмого эксперимента

Вывод: чем меньше измерений производится в эксперименте, тем меньше погрешность, а значит достовернее результат. В наших экспериментах результаты получились, практически одинаковыми: от 5,35м до 5,6м (исключаем статистический метод, т.к. он не экспериментальный, т.е. без точных измерений).

Проведя измерение высоты дерева несколькими способами мы увидели, что практически все они (кроме статистического) дали примерно одинаковый результат.

Областной телекоммуникационный образовательный проект
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
<http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/>
1 тур
Возрастная номинация 7 класс



Список использованных источников и литературы

1. Я.И.Перельман. Занимательная геометрия. – М.: АСТ, 2005.
2. Л. С. Атанасян и др. Геометрия: учебник для 7-9 кл. общеобразовательных учреждений. – М.: Просвещение, 2010.
3. <http://piterhunt.ru/pages/nk-os/5/15.htm> сайт «Питерский охотник»
4. <http://www.scouts.ru> «Центральный сайт скаутов-разведчиков России»